

## KISKUNHALAS KÖRNYÉKI SZIKES TAVAK VÍZGAZDÁLKODÁSI PROBLÉMÁI, AZOK OKAI, LEHETSÉGES MEGOLDÁSOK A SÓS-TÓ VÍZUTÁNPÓTLÁSÁRA

BAICS Tamás, CENTERI Csaba

Szent István Egyetem, Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, Természetvédelmi és Tájökológiai Tanszék  
2100 Gödöllő, Péter K. u. 1., e-mail: baicst@gmail.com, centeri.csaba@gmail.com

**Kulcsszavak:** talajvíz, csapadék, homokhátság, szikes tavak, vízszintcsökkenés, vízutánpótlás,

**Összefoglalás:** Kiskunhalas környéke, ahogyan a Homokhátság többi része is, folyamatosan szárad. Ennek egyik következményeként veszélybe kerültek különböző élőhelyek, főként a sekély szikes tavak. Vizsgálataink során több csapadékmennyiség mérő és talajvízszint-észlelő kút adatait elemeztük, ábrán szemléltettük, hogy milyen mértékű ezek csökkenése. Vizsgálatunk tájökológiai szemlélet szerint készült, nem teljes vízmérlegre törekvő hidrológiai vizsgálat. A Homokhátság szárazodása hidrológiai kutatások reflektorfényében van már hosszú ideje. Mi egy kiemelt területen vizsgáltuk, hogy miután a homokhátsági szikes tavak döntő többségénél a vízutánpótlás a talajvízből és csapadékból történik, milyen mértékben hatnak ki azokra ezen mennyiségek csökkenése. Végül a kiskunhalasi Sós-tónál elemezzük a lehetséges vízutánpótlási lehetőségeket.

### Bevezetés

Az elmúlt évtizedek során a Homokhátság déli részén is egy szárazodási folyamat zajlott le, ami a mai napig is tart. Ennek következtében a vizes élőhelyek, főként a sekélyebb szikes tavak fogyóban vannak vagy vízszintjük jelentősen csökkent.

A szikes tavakat, élővilágukat (BROCK et al. 2005, WILLIAMS et al. 1995), valamint az ezeket veszélyeztető tényezőket számos helyen kutatták a világon. Ausztráliában BOULTON et al. (2003) kutatták a tavak élővilágát és a veszélyeztető tényezőket. Kazahsztánban PETR (1992) a világ harmadik legnagyobb szikes tavánál, a Balkhasnál hívták fel a figyelmet arra, hogy a tóba ömlő folyó vizének öntözésre történő hasznosítása milyen drámai következményekkel járhat a tó életében. Kanadában a Yukon területén Pienitz et al. (1992) vizsgálták egy tengertől független, athalasszohalin kialakulású tó (tudomásuk szerint a legészakibb előfordulású) medrében lerakódott iszapot és megállapították, hogy a terület szárazodik vagy nő a párolgás mértéke, mert egyre több sókedvelő faj jelent meg a felső rétegben. Az Irán északnyugati részén fekvő Urmia tó 10 év alatti 3,5 méteres vízszintcsökkenéséről számolt be ALIPOUR (2006). Méréseik alapján a tó vizében, a felszíntől 50 cm-re kb. 87 g/l Na van.

A szikes tavak üledékeinek vizsgálati eredményeit használják a múlt klímaváltozásának elemzésére is (PIENITZ et al. 2000, SEREDA et al. 2011).

Természetesen magyar szakemberek is foglalkoztak a Homokhátság klimatikus változásaival, szikes tavak átalakulásával, illetve a vízutánpótlási kérdéskörrel.

A Homokhátság klimatikus változásait RAKONCZAI et al. (2010) a kutatta, szerintük valóban megfigyelhető a talajvíz folyamatos csökkenése, illetve az átlaghőmérséklet emelkedése is. A középhőmérséklet emelkedését KOVÁCS (2010) is alátámasztotta, kutatásai szerint az emelkedés mértéke a Kiskunságon 0,6–1 °C/100 év. A szárazodás hatását a homokhátsági szikes tavak vegetációjára HOYK (1994) kutatta. Leírta, hogy a talajvízszint csökkenése az 1970-es évektől folyamatos, ami drasztikus változásokat okozott mind a

különböző vegetációk, mind a szikes tavak életében is. KOVÁCS (2006) több időszakban készült térképeken hasonlította össze a szikesek méretbeli változásait, kimutatva ezzel, hogy csökkennek, vélhetőleg a klímaváltozás miatt. A hátság vízmegtartását, vízpótlását VÖLGYESI (2006) vizsgálta. Szerinte az egyik megoldás az lenne, ha a felszínalatti vízmennyiség használatát mérsékelnénk, vagy ha a vízmérleget mesterséges betáplálással pozitív irányba mozdítanánk. A vízutánpótlás másik lehetséges megoldásának a Duna-Tisza csatornát tekintve HORVÁTH (2010). Hangsúlyozza, hogy a kiszáradás mértéke jelentős, így megoldást kell találni a problémára.

Természetvédelmi szempontból a legfontosabb és leggyakrabban felmerülő probléma a kiszáradó szikes tavak vízutánpótlásának biztosítása. Ez felszíni és felszín alatti vízből is történhet, azonban ezek potenciális hatását mindenképpen előzetesen kell vizsgálni mind az élő, mind pedig az élettelen tényezők miatt. A Homokhátság nagyon szegény felszíni vizekben, természetes folyóvize nincs, természetes állóvíz is nagyon kevés van. Ez különösen igaz a déli részére. A korábban meglévő nedves rétek, mocsaras területek nagy része mára teljesen kiszáradt. A lecsapolások előtt számos nagyobb tó volt a Homokhátság déli részén. Ezek nagy része időszakos volt, sekély medrük csak csapadékosabb időszakok esetén telt meg vízzel. Mellettük azonban számos állandó vizű tó is fellelhető volt a környéken, melyek közül sok mára már eltűnt. A folyamat a tavak eltűnése mellett egy komolyabb veszélyre is figyelmeztet: a Homokhátság szárazodására.

Cikkünkben arra keresünk választ, hogy melyek azok a tényezők és folyamatok, amelyek leginkább veszélyeztetik a szikes tavak fennmaradását, valamint hogy hogyan lehetne ezek negatív hatását mérsékelni, vagy kiküszöbölni, illetve milyen lehetőség van a tavak vízének utánpótlására?

### **A vizsgált terület tágabb környezetének bemutatása**

A Homokhátság természetes határai nyugaton a Dunamenti síkság, keleten a Tisza ártere, É-on a Gödöllői-dombság és a Tápió-Zagyva hordalékkúp-síksága, míg délen kissé összemosódva érintkezik a Bácskai löszös hátsággal. Félig kötött homokbuckák és nagy kiterjedésű vékony homoktakarók váltják egymást lösszel és löszös homokkal fedett táblaszerű térszínekkel. Az artézi- és olajfúrásokból származó adatok alapján kiderült, hogy a hordalékkúp anyaga K-DK-i irányba tölcészerűen vastagszik és anyagában is egyre finomabb. A felső-pannoniai üledékekre felsőpliocén és pleisztocén dunai hordalék települt, ami a Vecsés-Kecskemét-Szeged irányban lévő tölcészerű 400–800 m-es depressziót tölti ki, melynek rétegcsoportjai alulról felfelé is finomodnak. Megállapítható az is, hogy a hátság felszínén lévő üledék nem közvetlenül a Duna folyami lerakódásai, hanem a felső 20–40, helyenként 60 m-t a szél távolabbi Duna-hordalékból halmozta át a würm periglaciális klímafázisban (PÉCSI 1967). A szél által szállított, osztályozott, majd lerakott homok helyenként idősebb löszfelszíneket is betakart. Ma félig kötött homokformák teszik a tájat változatossá, például a homoklepel és a buckák tetején látható finoman hullámos homokfodor. Néhány helyen találhatunk még mozgó, kötetlen futóhomokot is (BODNÁR et al. 1999).

A Homokhátság átlagos tengerszint feletti magassága 120–130 m körül van, de a nyugati része 30–40 méterrel magasabb. Területe 7400 km<sup>2</sup> (DUHAY 2006). Az éves napsüté-

ses órák száma az északi részen 2020–2040 óra között változik, a középső részeken 2070 óra, míg a déli részén eléri és meg is haladhatja a 2100 órát évente. Átlaghőmérsékletben már kisebb mértékű az eltérés, ÉNy-i részeken 10,3 °C, DK-i részeken pedig 10,5–10,7 °C között mozog az éves átlaghőmérséklet. Júliusban a DK-i részeken az átlaghőmérséklet 22 °C fölé is emelkedhet, így ez a rész egyike az ország legforróbb nyarú területeinek. Csapadékvízviszonyok viszonylag egyenletesek, az éves átlagos csapadék mennyisége 520–560 mm, illetve a DNy-i részeken lehet 600 mm körül. Talajvizek mélysége 2–4 méter között mozog, keménységük 15–25 nk° (MAROSI és SOMOGYI 1990). Uralkodó szélirány ÉNy-i, ami a homokbuckák irányában is felfedezhető. Száraz, víziánnyal küzdő terület, egyetlen nagyobb vízfolyás sincs itt, ami érthető, ha a kevés csapadéka, a talajára, illetve a domborzati viszonyaira gondolunk. Ezt a szélsőséget még a homok erős és gyors felmelegedése, és nagy kisugárzó képessége is erősíti (BODNÁR et al. 1999).

A hátság DK-i irányba lejt, ezért a Duna-Tisza közti vízválasztó a terület nyugati pereménél húzódik. Ennek tulajdonítható az, hogy az itteni vízfolyások többsége a Tisza felé irányul. A hátság időszakos állóvizei rendkívül gazdagok mészből és nátriumsókban, aminek az oka a hasonló tulajdonsággal rendelkező, dunai hordalékból felépült felszín. A buckák közötti mélyedésekben, illetve a mélyebb térszíneken a pangó vizek párolgása után jelentős mennyiségű feldúsult meszes és szódás iszap marad vissza. Ezek a mészsízos laposok és vakszikek jelölik az időszakos vízállásos helyeket. A talajvíz átlagos állása az adott év csapadékban való gazdagsága vagy szegénysége függvényében jelentősen változik. Csapadékosabb évben a talajvíz megközelíti, sokszor el is éri a felszínt. Ebből a szempontból legveszélyeztetettebb a hátság DK-i része, ugyanis a lejtés miatt távolabbról is ide csordogál le a felesleges víz. Ezek a vizek átlagban 900 mg/l sótartalmúak, keménységük pedig 25 nk° körül van. A nátriumtartalma meghaladja a kalcium- és a magnéziumtartalom együttes értékét, a szikes jelleg erősen kiütkezik (PÉCSI 1967).

A Homokhátságon kialakult talajtípusok a következők: futóhomok, barnaföldek, csernozjom jellegű homokok, mészlepedékes csernozjom, réti talajok és lápos réti talajok. A futóhomok elég nagy területet foglal el a hátságból. Ezekben a talajokban humuszt csak kis mennyiségben találunk, ezzel szemben szénsavas meszet nagy mennyiségben tartalmaznak. A barnaföldek – melyek foltokban vannak jelen a hátság északi részein – nagy része már mezőgazdasági művelés alatt áll. A csernozjom jellegű homokok 1,5–2 % szervesanyagot tartalmaznak, leginkább ott képződtek, ahol a homokba valamilyen finomabb alkotórész is belekeveredett. A mészlepedékes csernozjom homokos-lössös üledékeken keletkeztek, humusztartalmuk 2–2,5% körül van és vízgazdálkodásuk is jónak mondható. Ezek a legertermékenyebb talajok a hátságon. A réti talajok a buckák közötti mélyedésekben alakultak ki. A lápos réti talajok az állandó vízborítású laposokban képződtek, ahol a lápi növényzet részben elbomlott, vagy el nem bomlott maradványai felhalmozódásából tőzeges talajok keletkeztek. A lecsapolás után a vízborítás megszűnt, így ezeken a területeken megindult a réti talajok képződése. A laposokban és a mélyebb fekvésű, magasabb talajvízű területeken a réti talajok mellett jelentősek a káros nátriumsókat tartalmazó szikes talajok is (PÉCSI 1967), sőt, egyes feltételezések szerint a szikesek már korábban is nagyobb kiterjedésben előfordulhattak (BARCZI et al. 2003, BARCZI et al. 2009).

Folyamatos a vita arra vonatkozóan, hogy az Alföld területén milyen mértékű volt a fás vegetáció kiterjedése. Egyes feltételezések szerint évszázadokkal ezelőtt még puhafás ligeterdő borította a Homokhátságot (míg mások szerint többnyire fűfélék foglalták el a felszínt), amely a török hódoltság idején tűnt el, a népességgel együtt. Ezután a területen

főként rideg állattartás volt a jellemző, aminek a fejlődése következtében a legelőket túlterhelték, ami nagy területű kopár részek megjelenéséhez vezetett. Az így kopaszon maradt területekről a szél miatt mozgásnak indultak a homokbuckák, melyek az 1800-as években már a környező városokat veszélyeztették. Ennek megakadályozása érdekében a városok vezetői kparcellázták ezeket a földeket, és szétosztották az ott élők között, azzal a feltétellel, hogy erdőt, gyümölcsöst, vagy szőlőt kell telepíteni, így megkötve a homokot (KELEMEN 2008). Így alakult ki a kiskunságra jellemző tanyavilág. Ugyanis akik a területeket megkapták, azok inkább kiköltöztek, mintsem naponta kilométereket menjenek a földjeikhez, ami volt, hogy szinte a teljes tulajdonát képezte egy-egy szegényebb embernek.

A Kárpát-medence mélyebb fekvésű területei mindenhol hasonló vegetációs mozaikot őriznek, ezért az egész területet, benne a Homokhátsággal, a növényföldrajz egy flóraidéknek, az Eupannonicum-nak tekinti. Azonban jelentős különbségeket mutatnak a nem társuláskötő, ritkább, esetenként maradvány jellegű növények. A folyók árterében ártéri erdők, mocsárrétek, szikesek, löszterületeken a sztyeppek, homokon a homoki erdők erdős sztyeppek, homokpuszták az uralkodók. Az Alföldi flóraidék flórajárásokra osztható, melyek jórészt megegyeznek a földrajzi kistájakkal. A Praematricum, ami a Duna-Tisza köze flórajárása, a Duna-Tisza köze magasabb fekvésű homokos területeit, és buckavidékeit foglalja magában. Ide tartozik Bács-Kiskun megye legnagyobb része, valamint Csongrád megye nyugati szélé is (RAKONCZAY 1987).

### Anyag és módszer

Kutatásainkkor kapott talajvízszint-észlelő kutak adatsoraiból nyert információkat MS Excel programmal diagramokat készítettünk. Ezeken ábrázolni tudjuk, hogy a Homokhátság déli részén, az elmúlt közel 60 évben hogyan alakult a talajvíz mennyiségének változása. A vizsgált talajvízszint-észlelő kutak a következők:

- 001416 számú kút, Imrehegy (1971–2009)
- 004148 számú kút, Pirtó (1998–2009)
- 002391 számú kút, Harkakötöny (1951–2009)
- 004186 számú kút, Balotaszállás (1998–2009)
- 002383 számú kút, Kunfehértó (1955–2009)
- 002384 számú kút, Kiskunhalas (1951–2009)

Emellett kutatásaink alatt kapott csapadékmennyiség-adatsorokból éves átlagokat számoltunk. Ezeket az adatokat is MS Excel program segítségével diagramokon ábrázoltuk. Csapadékmennyiség adatsorokat pedig a következő településekről vizsgáltuk:

- Soltvadkert (1951–2009)
- Kiskunmajsa (1951–2009)
- Ruzsa (1951–2009)
- Jánoshalma (1951–2009)
- Hajós (1951–2009)
- Kiskunhalas (1991–2009)
- Kunfehértó (1951–2009)

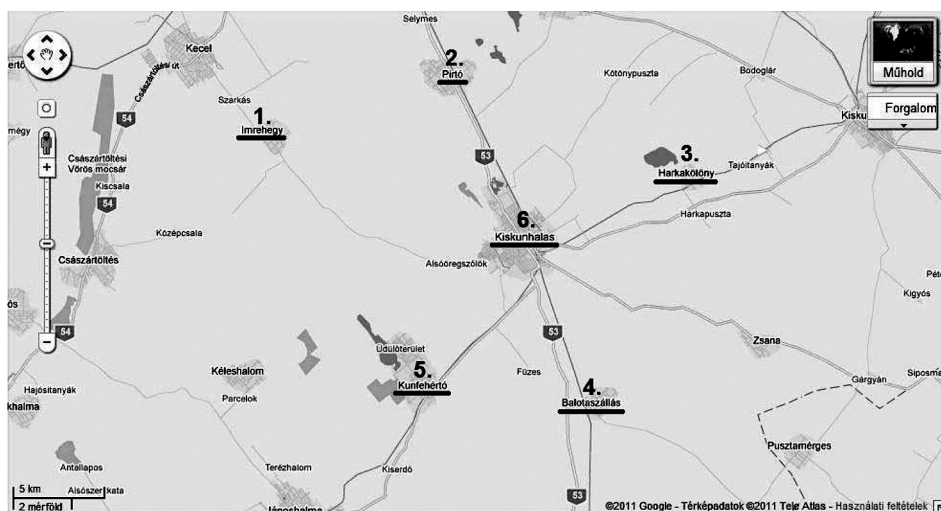
A csapadék-mennyiség és a talajvízszint-változás adatsorok között is van rövid adatsor. A kutatás kezdetén kialakított null-hipotézisünk szerint a rövidebb időszakok vizsgálataival is észlelhető valamilyen irányú folyamat. A teljes adatsorok pedig mindenféleképpen mutatni fognak valamilyen irányú változást a csapadékok és talajvizek mennyiségének változásában, melyeknek a mértékét is meg lehet majd határozni.

A vizsgálatainkhoz felhasznált csapadékadatokat egy kivételével a Központi Vízirajzi Adattárban elhelyezett már megjelent és szerkesztett Vízirajzi Évkönyvekből, a talajvízszint adatokat pedig a Magyar Hidrológiai Adatbázisból (MAHAB) gyűjtöttük ki. Ezért az ábránál ezekre az adatforrásokra a továbbiakban nem hivatkozunk.

## Eredmények

### Talajvizek változása Kiskunhalas környékén

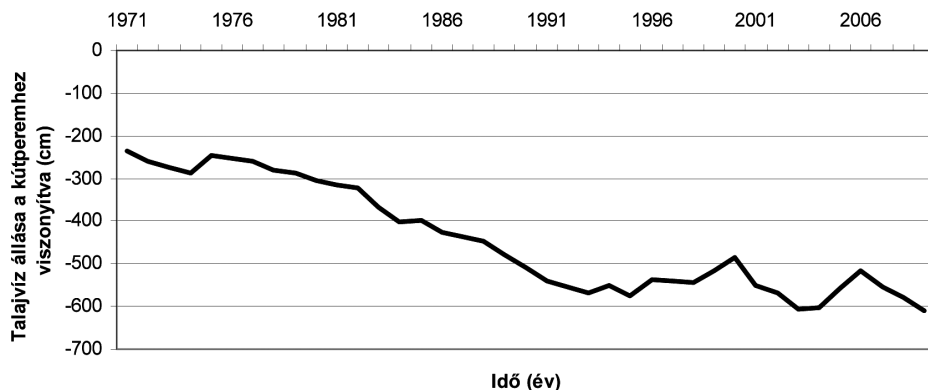
Elsőként a talajvízszintek alakulását vizsgáltuk egy kisebb térségben (1. ábra). Ezt a területet Imrehegy (1.), Pirtó (2.), Harkakötöny (3.), Balotaszállás (4.) és Kunfehértó (5.) határolja, közepén pedig Kiskunhalas (6.) helyezkedik el.



1. ábra Talajvízszint szempontjából vizsgált terület (Forrás: Googlemaps)

Figure 1. Area examined from the point of view of soil water level (Source: Googlemaps)

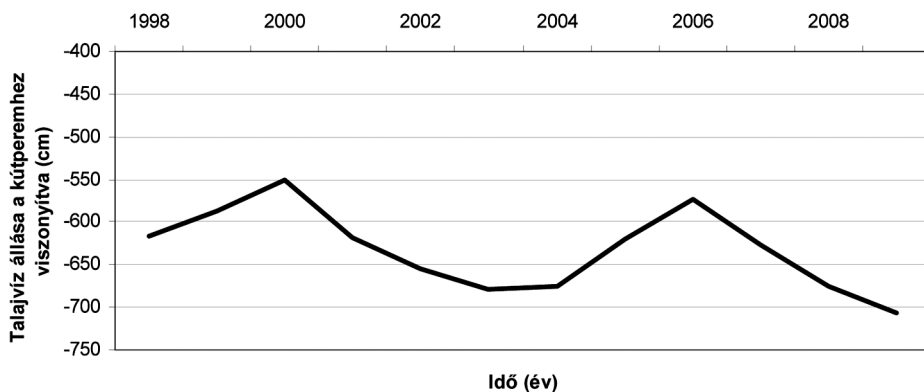
Elsőnek Imrehegy melletti 001416 számú talajvízszint-észlelő kút adataiból készítettünk diagramot (2. ábra). A diagramon, amely az 1971–2009 közötti időszakot mutatja be, látható, hogy csökkent a talajvízszint. A vizsgált időszak kezdetén a talajvíz megközelítőleg 2,35 m-re volt a kútperemtől, ami 2009-re átlagban 6,1 méterre nőtt. Tengerszint feletti magasságban kifejezve, 1971-ben 129,6 m (B.f.) volt átlagosan, ami napjainkra már csak 125,8 m (B.f.).



2. ábra A talajvízszint változása a 001416 számú talajvízszint-észlelő kútban (Imrehegy, 1971–2009)

Figure 2. Change of soil water level in the monitoring well No. 001416 (Imrehegy, 1971–2009)

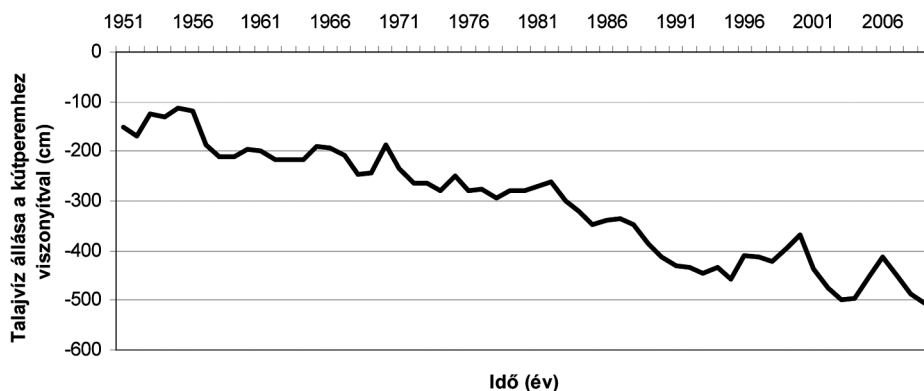
Következő talajvízszint-észlelő kút, melynek adatsorát a 3. ábra segítségével bemutattunk, az a 004148 számú, pirtói kút. Ebben az időszakban itt kissé szélsőséges volt a talajvízszint alakulása. A vizsgált időszak kezdetén 6,17 m-re volt a talajvíz a kútperemtől, ami 2000-re 5,5 m lett, majd 2009-re 7,07 m-re növekedett. Tengerszint feletti magasságban: 1998-ban az átlagos talajvízszint magassága 119,7 m (B.f.) volt, ami 2009-ben 118,8 m (B.f.) lett átlagosan.



3. ábra A talajvízszint változása a 004148 számú talajvízszint-észlelő kútban (Pirtó, 1998–2009)

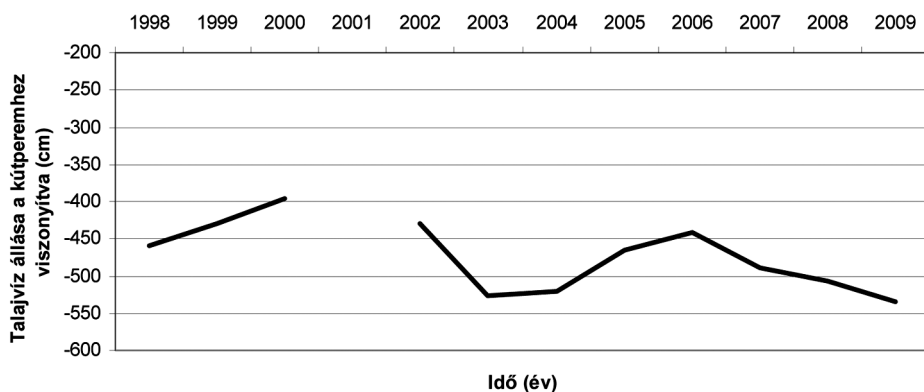
Figure 3. Change of soil water level in the monitoring well No. 004148 (Pirtó, 1998–2009)

Harmadikként a Harkakötöny melletti 002391 számú észlelőkút adatait ábrázoltuk (4. ábra). A csökkenés ezen az ábrán is megfigyelhető, 1951-ben átlagosan 1,5 méterre volt a talajvízszint a kútperemtől, ez a távolság 2009-re 5,04 m-re növekedett. A vizsgált időszak első évtizedében a talajvíz átlagosan 123,3 m (B.f.) magasan volt, ami mára 120,2 m (B.f.)-re csökkent.



4. ábra A talajvízszint változása a 002391 számú talajvízszint-észlelő kútban (Harkakötöny, 1951–2009)  
 Figure 4. Change of soil water level in the monitoring well No. 002391 (Harkakötöny, 1951–2009)

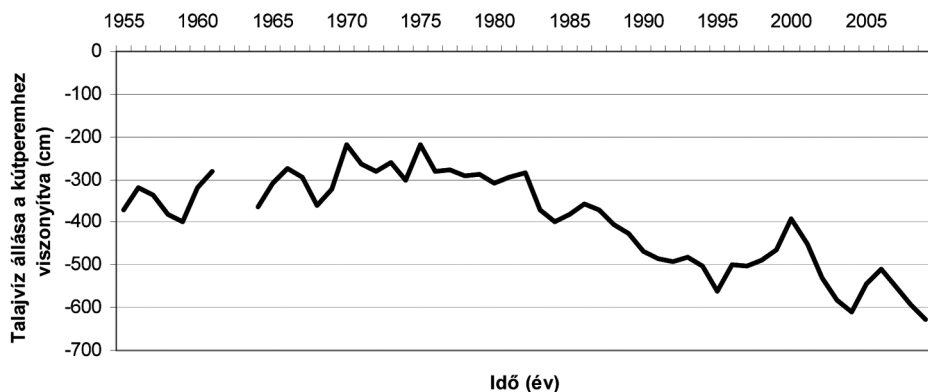
Balotaszállás melletti, 004186 számú talajvízszint-észlelő kút adatait az 5. ábra szemlélteti. Ez az adatsor 1999–2009 között mutatja be a talajvíz szintjét. A vizsgált időszak kezdetén a talajvízszint megközelítőleg 4,6 méterre volt a kútperemtől, amely távolság 2009-re átlagosan 5,35 méterre növekedett. A vizsgált időszakban itt is jelentősen változott a talajvízszint. A kezdetben, 1999-ben a mért adat 129,9 m (B.f.), ami 2009-re már csak 128,8 m (B.f.) átlagosan.



5. ábra A talajvízszint változása a 004186 számú talajvízszint-észlelő kútban (Balotaszállás, 1998–2009)  
 Figure 5. Change of soil water level in the monitoring well No. 004186 (Balotaszállás, 1998–2009)

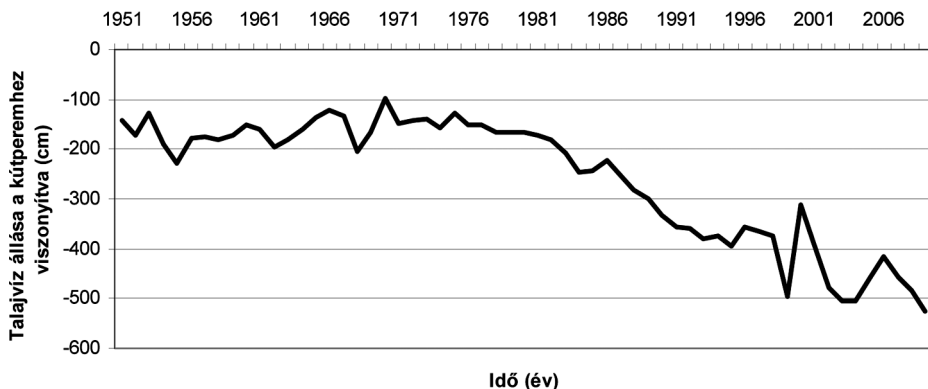
Az 6. ábra segítségével Kunfehértó melletti, 002383 számú talajvízszint-észlelő kút adatait mutatjuk be. A vizsgált időszak elején a talajvízszint távolsága a kútperemtől megközelítőleg 3,72 méter volt, ami a vizsgált időszak végére elérte a 6,26 métert. 1955-ben átlagosan 134,0 m (B.f.) volt, ami 2009-re 131,8 m (B.f.)-re csökkent. Ez a kút a település határában van, Fehértótól 2,5 km-re található.





6. ábra A talajvízszint változása a 002383 számú talajvízszint-észlelő kútban (Kunfehértó, 1955–2009)  
 Figure 6. Change of soil water level in the monitoring well No. 002384 (Kunfehértó, 1955–2009)

Végül kiskunhalasi talajvízszint-változásokat mutatjuk be. A 002384 számú kút adatait a 7. ábra mutatja. Az 1980-as évekig viszonylag stagnál a talajvízszint, kisebb-nagyobb kiugrásokkal, azonban az ezt követő időszakban csökkenni kezd. Ezt az ábra is szemlélteti. Kezdetben, 1951-ben 1,44 m volt, a következő évtizedekben is 1–2 m között mozgott a talajvízszint távolsága a kútperemtől, a nyolcvanas években növekedni kezdett, majd ez a táv 2009-re ez elérte az 5,27 métert. 1951-ben az átlagos talajvízmélység 127,9 m (B.f) volt, ami a mára 124,6 m (B.f).



7. ábra A talajvízszint változása a 002384 számú talajvízszint-észlelő kútban (Kiskunhalas, 1951–2009)  
 Figure 7. Change of soil water level in the monitoring well No. 002384 (Kiskunhalas, 1951–2009)

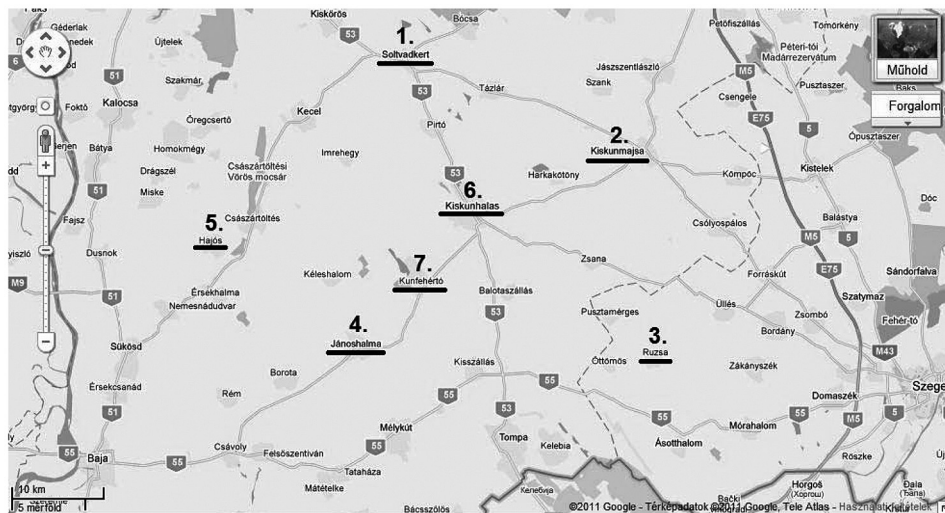
A vizsgált adatsorokból láthatjuk, hogy a Homokhátság déli részén, a vizsgált területen csökken a talajvíz mélysége. Ez pedig vélhetőleg kihat a környékbeli tavakra is. Legnagyobb mértékben Balotaszállás közelében, legkisebb mértékben pedig Kunfehértó környékén csökkent a talajvíz magassága.

2010-ben azonban a lehullott nagy mennyiségű csapadék hatására emelkedni fog a talajvíz szintje, ez pedig mindenféleképpen kihatással lesz a tavak vízszintjére is.



### Csapadékmennyiségek alakulása Kiskunhalas környékén

Csapadékmennyiségi adatsorok elemzése során a Homokhátság déli részén több település adatait vizsgáltunk, így viszonylag egy nagyobb térségről kapunk információkat (8. ábra).

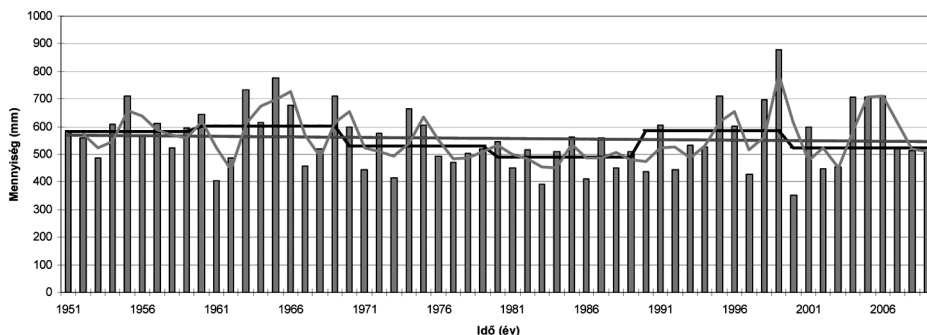


8. ábra Csapadékmennyiség szempontjából vizsgált terület (Forrás: Googlemaps)

Figure 8. Area examined from the point of view of precipitation (Source: Googlemaps)

Ezt a területet Soltvadkert (1.), Kiskunmajsa (2.), Ruzsa (3.), Jánoshalma (4.) és Hajós (5.) határolja, közepén pedig Kiskunhalas (6.) és Kunfehértó (7.) helyezkedik el. Az ábrán az oszlopok a csapadék mennyiségét, a világoskék vonal a mozgóátlagot a sötétkék vonal a tízéves átlagot, a piros vonal pedig a lineáris trendvonalat ábrázolja.

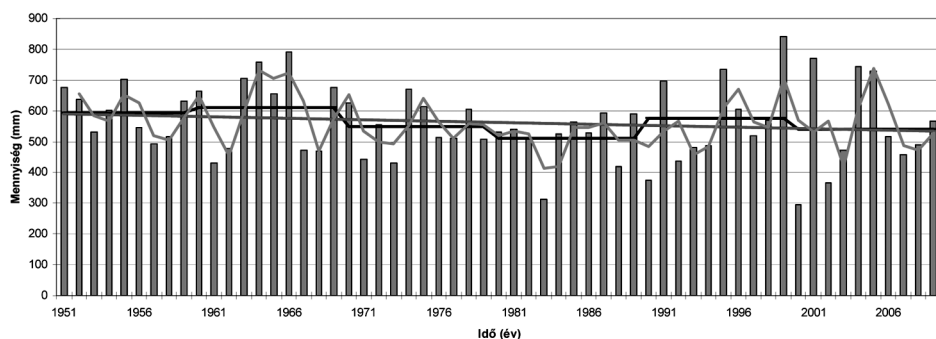
A 9. ábra a soltvadkerti csapadék-mennyiség változását szemlélteti. Ez a csapadékmérő a legészakiabb a vizsgáltak közül. Ezen kismértékű csökkenést lehet látni. Az 1950-es években az átlagos mennyisége 582,8 mm/év, majd ez az 1970-es években már csak 528,6 mm/év, az elmúlt évtizedben pedig ez az érték átlagosan 552,3 mm/év.



9. ábra Csapadék évi összegének alakulása Soltvadkerten 1951–2009 között

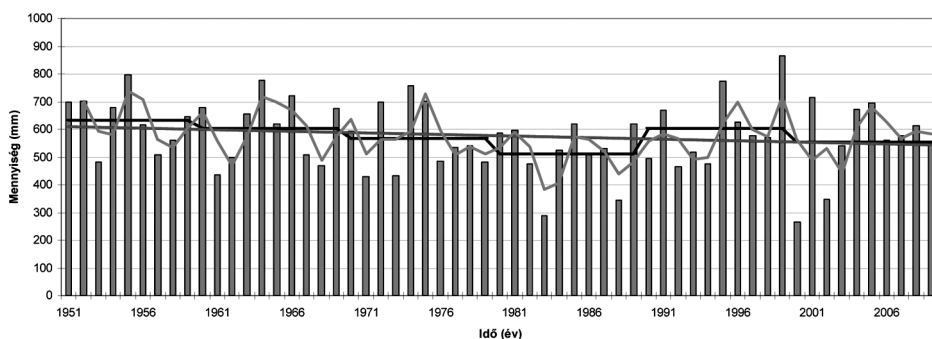
Figure 9. Amounts of yearly sums of precipitations between 1951 and 2009, Soltvadkert

A következő diagram Kiskunmajsa állomáson mért évi csapadékösszegek változását mutatja (10. ábra). Itt már nagyobb mértékű volt a csapadék mennyiségének a csökkenése. Az 1950-es években az átlagos mennyiség 593 mm/év, majd ez az érték 1970-es években 547,6 mm/év-re csökkent, ami az elmúlt évtizedben 540,5 mm/év volt. A legkevesebb csapadék Kiskunmajsán is az 1980-as években hullott, átlagosan 511,4 mm/év.



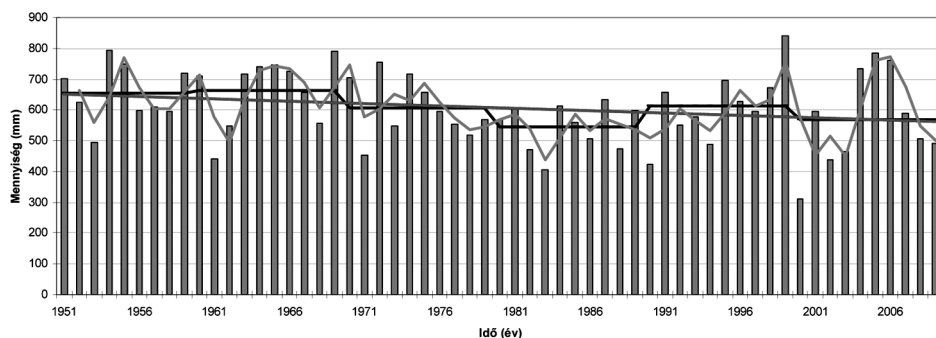
10. ábra Csapadék évi összegének alakulása Kiskunmajsán 1951–2009 között  
Figure 10. Yearly sums of precipitations between 1951 and 2009, Kiskunmajsa

Ruzsa a Homokhátság déli határa mellett fekszik. Az itteni csapadékmennyiség-változást a 11. ábra mutatja. Az 1950-es években a csapadék átlagos mennyisége évi 632,3 mm, ami az 1970-es évekre már csak 565,6 mm/év volt, az elmúlt évtizedben pedig ez az érték már csak 553,3 mm/év. Legszárazabb időszak itt is az 1980-as évek, ekkor az éves átlagos csapadék 510,2 mm volt.



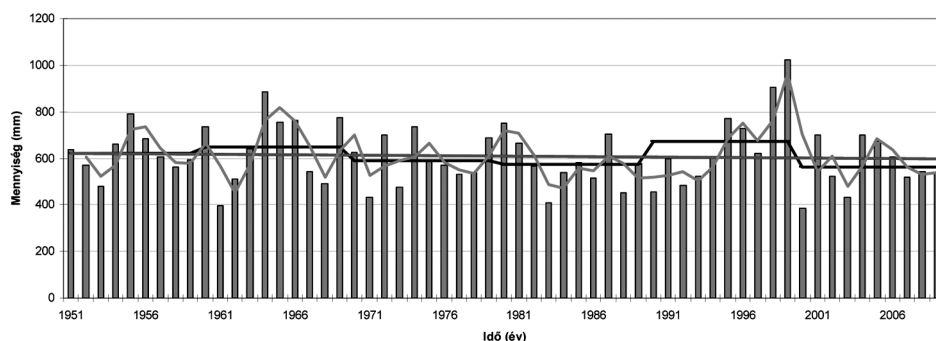
11. ábra Csapadék évi összegének alakulása Ruzsán 1951–2009 között  
Figure 11. Yearly sums of precipitations between 1951 and 2009, Ruzsa

A negyedik vizsgált település, Jánoshalma csapadékmennyiség-változását a 12. ábra jeleníti meg. Ez a település a Homokhátság déli részén fekszik. Az itt elhelyezett csapadékmérő adatai alapján az 1950-es években az évi átlagos csapadékmennyiség 653,6 mm, míg 1970-es években 606,8 mm/év-re csökkent, az elmúlt tíz évben pedig ez az érték 567,6 mm/év. A legszárazabb időszaknak itt is az 1980-as évek bizonyulnak, 543,6 mm-es éves átlaggal.



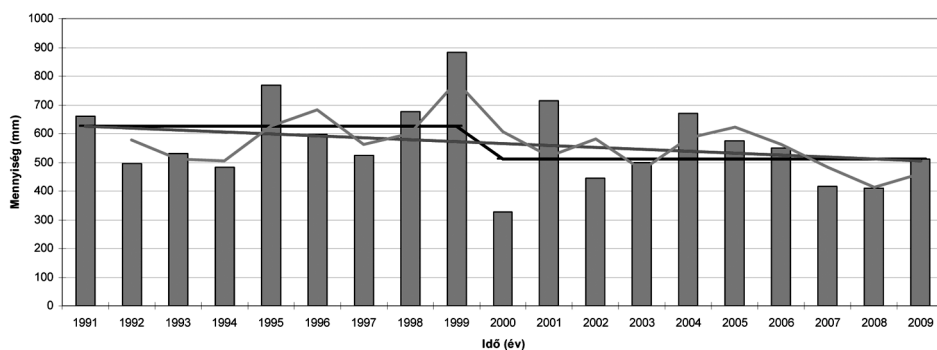
12. ábra Csapadék évi összegének alakulása Jánoshalmán 1951–2009 között  
 Figure 12. Yearly sums of precipitations between 1951 and 2009, Jánoshalma

A következő diagram (13. ábra) Hajós csapadékmennyiség-változását szemlélteti. Hajós a Homokhátság DNy-i határa közelében van. Az itt kihelyezett csapadékmérő adatai alapján az 1950-es években 620,1 mm, az 1970-es években pedig 589,3 mm volt az évi átlagos csapadékmennyiség, ami az elmúlt tíz évben már csak 561,8 mm. Az 1980-as évek itt is kiemelkedően szárazak voltak 576,3 mm, azonban a legkevesebb csapadék itt 2000–2009 között esett a vizsgált időszak alatt.



13. ábra Csapadék évi összegének alakulása Hajóson 1951–2009 között  
 Figure 13. Yearly sums of precipitations between 1951 and 2009, Hajós

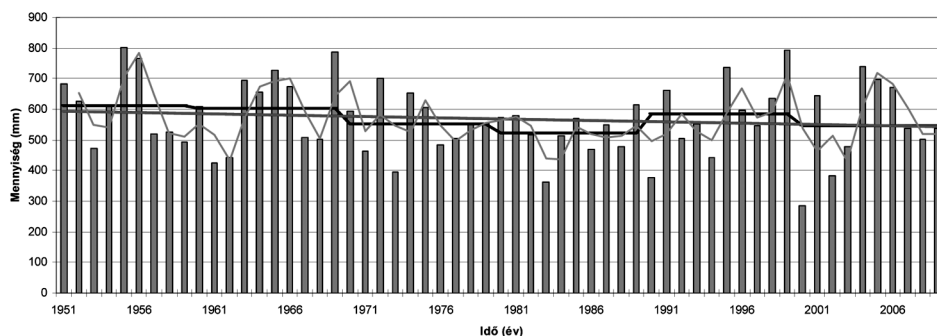
Kiskunhalas csapadékmennyiségének változását 14. ábra segítségével szemléltetjük. Ez az adatsor csak az 1991–2009 közötti időszakot öleli fel. Az 1990-es években az átlagos évi csapadékmennyiség 624,1 mm, a 2000–2009 közötti időszakban ez az érték már csak 511,6 mm. Itt nincs közel 60 éves időszak, csak 19 év, így ez az adatsor rövidsége miatt nem hasonlítható a többi adatsorhoz.



14. ábra Csapadék évi összegének alakulása Kiskunhalason 1991–2009 között,  
II. Rákóczi Ferenc Szakközépiskola, Kiskunhalas, adatai alapján

Figure 14. Yearly sums of precipitations between 1991 and 2009, Kiskunhalas  
(data of Ferenc Rákóczi II. Secondary School, Kiskunhalas)

Végül Kunfehértói csapadék-mérő adatait a 15. ábrán szemléltetjük. Itt az 1950-es években az átlagos évi csapadékmennyiség 611,2 mm volt, ami az 1970-es években már csak 551,7 mm, napjainkra pedig 547,6 mm/év-re csökkent. A legszárazabb időszak itt is az 1980-as évek, ekkor az átlagos csapadékmennyiség 522,5 mm/év volt.



15. ábra Csapadék évi összegének alakulása Kunfehértón 1951–2009 között

Figure 15. Yearly average amounts of precipitations between 1951 and 2009, Kunfehértó

Vizsgálatainkból arra lehet következtetni, hogy a vizsgált időszakban folyamatosan csökkent mind a csapadék, mind a talajvíz átlagos mennyisége. Ennek mértéke változó, de főként az 1980-as évek voltak a legszárazabbak ebben az időszakban, ami egybeesik a tavak kiszáradásának idejével. Ekkor tűnt el Fehértó nagy része több Kiskunhalas környéki tóhoz hasonlóan, valamint ekkor létesítettek több mélyfúrású kutat a Sós-tó víz-szintjének fenntartása céljából. A csapadék és a talajvíz átlagos változásait a következő két táblázatban (1. és 2. táblázat) összegezzük.

1. táblázat A talajvízszint-csökkenés mértéke a vizsgált kutakban (átlagokból számolva)

Table 1. Soil water level decrease rate change in the examined wells

<i>Talajvízszint-észlelő kút települése</i>	<i>Vizsgált időszak</i>	<i>Vizsgált időszak alatti csökkenés (m)</i>
Imrehegy	1971–2009 (38 év)	3,8
Pirtó	1998–2009 (11 év)	0,9
Harkakötöny	1951–2009 (58 év)	3,1
Balotaszállás	1998–2009 (11 év)	1,1
Kunfehértó	1955–2009 (54 év)	2,2
Kiskunhalas	1951–2009 (58 év)	3,3

2. táblázat A csapadék évi összegének csökkenése a vizsgált csapadékmérőkben (átlagokból számolva)

Table 2. Decrease of precipitation sums at the examined measuring stations

<i>Csapadékmérő települése</i>	<i>Vizsgált időszak</i>	<i>Vizsgált időszak alatti csökkenés (mm)</i>
Soltvadkert	1951–2009 (58 év)	30,5
Kiskunmajsa	1951–2009 (58 év)	52,5
Ruzsa	1951–2009 (58 év)	79
Jánoshalma	1951–2009 (58 év)	77
Hajós	1951–2009 (58 év)	58,3
Kunfehértó	1951–2009 (58 év)	63,6

Ezen tavak zsugorodásához, eltűnéséhez nem csak a csapadék és a talajvíz változásai járultak hozzá, kismértékben az erdőtelepítéseknek és a gombamód megszaporodott fűrt kutaknak is szerepük lehetett ebben a változásban. Természetesen a nem megfelelően kialakított csatornák is hozzájárultak ehhez a folyamathoz, ugyanis a mélyebb térszíneken elhelyezkedő szakaszaik nem csak a többletvizeket vezették el, hanem a tavak számára fontos utánpótlást is. Emellett azt a tényt sem szabad elfelejteni, miszerint a Kiskunságon a középhőmérsékletben 0,6–1 °C/100 év emelkedés figyelhető meg (Kovács 2010). Ez pedig ismételten hozzájárul a tavak, így a szikes tavak vízszintcsökkenéséhez, ugyanis magasabb hőmérséklet esetén növekszik a párolgatatás is, ami ezen a homokos területen mindig is jelentős volt.

A 2010-es évben azonban jóval magasabb értékeket mutatnak a csapadékmennyiség észlelők adatai, ugyanis ebben az évben meghaladta a csapadék mennyisége a sokéves átlagot, sok helyen még rekordokat is döntött. Ez pedig kihatással van a talajvizek magasságára, ezáltal a tavak vízszintjére is.

### A kiskunhalasi Sós-tó vízutánpótlási tervei

A szárazodás következtében a szikes tavakat egyre inkább érinti a csökkenő vízszint problémája. Erre különösen jó példa a kiskunhalasi Sós-tó, ahol főként az 1980-as évektől csökkenően van a vízszint. A különösen száraz 2009-es évben ez a folyamat odáig jutott, hogy a tó egyes részei kiszáradtak, ami a hely horgászegyesület fennmaradását, így a tó jövőjét is nagyban veszélyeztette. Ezért kezdtek el foglalkozni a Sós-tó vízutánpótlási terveivel. Több ötlet, és lehetőség is felmerült, ezeket a 3. táblázatban összegeztük, lennebb bővebben is bemutatjuk (HTTTP1).

3. táblázat A Sóstónál felmerülő vízutánpótlási lehetőségek elemzése  
Table 3. Analyses of water supply possibilities at the Sós Lake, Kiskunhalas, Hungary

<i>Lehetőségek</i>	<i>Előnyök</i>	<i>Hátrányok</i>
Közvetlenül a Dongéri-főcsatornából átemeléssel történő vízutánpótlás	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Viszonylag egyszerű és gyors megoldás lenne.</li> <li>- Könnyen szabályozható mennyiségekkel történő vízpótlás.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A Dongéri-főcsatorna kémiaiilag és biológiaiilag is szennyezett, így ez átkerülne a tóba is, ami természetvédelmi, és turisztikai szempontból is káros lenne.</li> <li>- Csapadékszegény időszakban, a csatornában is kevés a víz.</li> <li>- Az átemelő rendszer kialakítása és üzemeltetése költséges lenne.</li> </ul>
Duzzasztott Dongéri-főcsatornából átszivárgással történő vízutánpótlás	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A talajrétegek szűrőhatása miatt közel megfelelő minőségű víz jutna a tóba.</li> <li>- Természetközeli megoldás</li> <li>- Nem csak a tó vizét emelné, hanem a Sóstó közvetlen környékének talajvízszintjére is növelő hatással lenne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A Dongéri-főcsatorna műtárgyakkal történő ellátása, a meglévők felújítása költséges megoldás lenne</li> <li>- A főcsatorna közvetlen közelében a pincék és a mélyebben fekvő telkek, ingatlanok időszakos, vagy állandóan vízborítás alá kerülnének.</li> <li>- A megemelkedő vízszint miatt élőhelyek is átalakulhatnának.</li> </ul>
A Kiskunhalasi Szennyvíztisztító telep tisztított szennyvizének a tóba vezetésével történő vízutánpótlás	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Állandó, biztos vízpótlást jelentene.</li> <li>- Ellenőrizhető mennyiségű és minőségű vízzel történő pótlást jelentene.</li> <li>- Tisztított szennyvíz elvezetése is meg lenne oldva a telepről.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A szennyvíztisztítás után is tartalmaz káros elemeket (pl. hormonok (P205)), melyek akumulálódhatnak, így hosszútávon közvetlen veszélyt jelentenek az élővilágra, közvetve pedig az emberre is.</li> <li>- Hatalmas költségű lenne a beruházás, amire a városnak nincs forrása.</li> </ul>

A Sóstónál fűrt termálvíz- nyerő kút segítségével történő vízutánpótlás	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A terület gazdag termálvízben, így olcsó megoldás lenne.</li> <li>- Víz hőmérséklete emelkedne, ami a turizmus szempontjából előnyös.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A hőmérséklet, illetve a víz kémiai viszonyainak megváltozásával a tó elveszítené természetességét, élővilága gyökeresen átalakulna.</li> </ul>
A Sóstónál fűrt mélyfűrésű kút segítségével történő vízutánpótlás	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gyors, olcsó és biztos megoldás lenne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- OVF rendelet tiltja ezt a forrást vízutánpótlásra, így ez törvényellenes lenne.</li> </ul>
Város határában létesítendő záportározó által a talajba szivárogtatott vízmennyiséggel történő vízutánpótlás	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Természetközeli megoldás.</li> <li>- Nem csak a Sóstó vízszintjét emelné, hanem a tágabb környezetét is.</li> <li>- A városnak szüksége lenne a rendezett csapadéktárolásra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Meglévő élőhelyet kellene elpusztítani a tározó létrehozása miatt.</li> <li>- Mezőgazdasági területek víz alá kerülhetnek.</li> </ul>

Sós-tónál korábban is probléma volt a vízszint csökkenése, de nem öltött ilyen méreteket, ugyanis a meglévő két darab szivattyúból (400 és 600 l/min teljesítménnyel) pótolni tudták a szükséges, elpárolgott vízmennyiséget. A probléma akkor vált súlyosabbá, mikor ezeknek a működését leállították. A tó egyes pontjai ki is száradtak 2009 nyarán, és fennállt a veszélye annak, hogy télire ez a tómeder egészére is kiterjedhet. Jelenleg a Sós-tót a Sóstó Sporthorgász Egyesület kezeli. Az egyesület rendben tartja a tó környékét, ezt a tagdíjakból finanszírozza. Ha azonban a kiszáradás, vagy az alacsony vízszint miatti téli teljes, fenéig történő befagyás következtében a halak elpusztultak volna, akkor a következő évben a horgászok nem fizették volna be a tagdíjat, ugyanis nem tudnak horgászni. Ennek következtében az egyesületnek nem lenne pénze a tó kezelésére, talán meg is szűnne, a tó pedig a városhoz kerülne, de az önkormányzatnak nem lenne anyagi forrása a rendben tartásra.

Egyik elképzelés az volt, hogy a Sós-tó vizét közvetlenül a mellette futó Dongérfőcsatornából, átemeléssel pótolják. Ennek nagy előnye lenne, hogy gyorsan, és könnyen szabályozható mennyiséggel lehetne kiegészíteni a hiányzó vízmennyiséget, azonban csak akkor, ha a csatornában is van megfelelő mennyiségű és minőségű víz. Legnagyobb vízszint csökkenés pedig a nyári hónapokban van a tóban, akkor pedig az aszályos időjárás következtében a csatorna is szinte teljesen száraz. Azonban az átemelő rendszer kialakítása én fenntartása igen költséges lenne. Másik nagy probléma, hogy a Dongérfőcsatorna jelenleg egyes szakaszain rendkívül rossz állapotban van. Miután a városban fut, van, ahol közvetlenül mellette lakóházak találhatók, egyes lakosok pedig oda hordják a háztartási- és egyéb, sokszor veszélyes hulladékot is. Ennek következtében a csatorna kémiaiilag és biológiaiilag is erősen szennyezett. Ha ebből a vízből közvetlen átemeléssel továbbítanák a Sós-tóba a vizet, akkor ez a szennyeződés a tóban is megjelenne.

Másik Dongérfőcsatornával kapcsolatos elképzelés alapján a csatornában különböző műtárgyak beépítésével (pl. tiltók) felduzzasztják a csatorna vizét, majd az, a különböző talajrétegeken történő átszivárgásával megemeli a tó közvetlen környezetében a talajvizet. Sokak szerint ez a legjobb megoldás, ugyanis ez a legtermészetközeli és a legmegvalósíthatóbb terv. Ennek nagy előnye lenne, hogy úgymond természetes körül-



mények között, talajvízből töltődne a tó, valamint az átszivárgás közben a csatorna vize tisztulna is a talaj szűrő hatásának következtében, vélhetőleg megközelítve a megfelelő vízminőséget. További előny, hogy ezzel a megoldással nem csak a Sós-tó vizét lehetne pótolni, hanem a környékbeli területek talajvízszintjét is megemelné. Ennek persze hátránya is lenne. Ezzel a megoldással ugyanis azok az ingatlanoknak egyes részei, amelyek mélyebb területen fekszenek a közelben, illetve ahol pince található valószínűleg időszakosan vízborítás alá kerülnének. További hátrány még az is, hogy az ehhez szükséges műtárgyak beszerzése és beépítése a csatornába, valamint a további kezelésük, javításuk igencsak költséges lenne, amire valószínűleg a városnak nem lenne forrása.

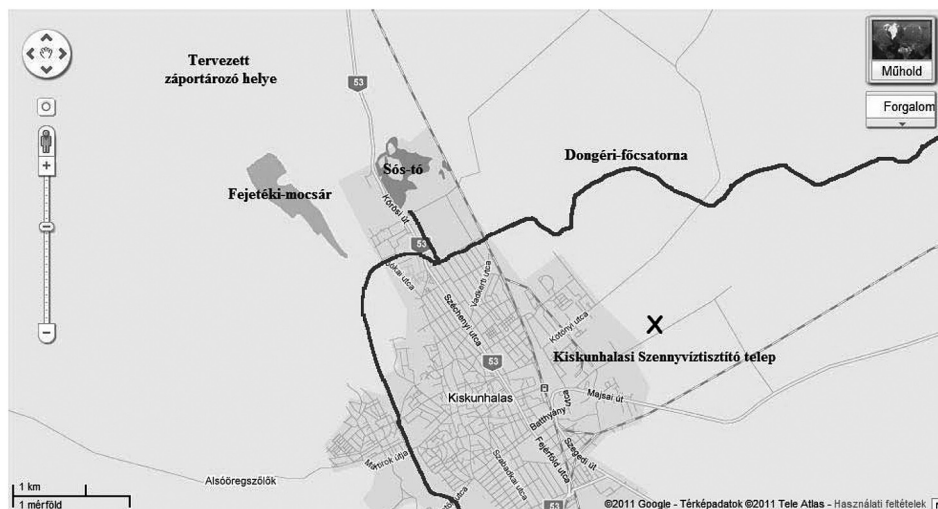
Harmadik vízutánpótlási lehetőség teljesen más forrást használna ki. Eszerint a város határában lévő szennyvíztisztító telep tisztított szennyvizét vezetnék el a tóba. Ennek a megoldásnak nagy előnye lenne az, hogy állandó, biztos vízutánpótlást jelentene, és a felhasznált víz mennyiségét ellenőrizni és szabályozni is lehetne. Emellett figyelemmel lehet kísérni a tóba juttatott víz minőségét, valamint a megoldottá válna a telepről a tisztított szennyvíz elvezetése. Természetesen emellett számos hátránya lenne ennek a megoldásnak is. Elsőként az, hogy ez a beruházás rendkívül költséges lenne, amire a városnak nem lenne forrása. A szennyvíztisztító-telep és Sós-tó távolsága légvonalban közel 4 km. Másik hátrány hogy a telep napi 6000 m<sup>3</sup> vizet tudna továbbítani, ami kevés lenne, így nem oldaná meg teljesen a problémát. Azonban a legnagyobb veszély az összes közül az lenne, hogy a tisztított szennyvíz is tartalmaz káros anyagokat, amiket nem lehet kiszűrni a vízből. Ilyen elemek például a különböző forrásokból bekerülő hormonok. Ezek rövidtávon nem károsak, azonban hosszú távú szennyezés esetén akkumulálódnak. Ebben az esetben pedig komoly károsodásokat okozhatnak az élővilágban, ezzel együtt az emberben is. Megoldás lehetne ebben az esetben egy elkülöníthető pihentető, kezelő tó kialakítása, ahonnan jobb minőségű víz kerülne át a tóba. Véleményünk szerint, ez sem a legjobb megoldás, ugyanis ez túl nagy kockázatot jelentene a természetes élővilágra.

Következő elképzelés véleményünk szerint a természetesség megőrzését kevésbé veszi figyelembe. Ez alapján a Sós-tónál fűrnak egy termálvizes-kutat és ebből lenne pótolva a hiányzó vízmennyiség. Kiskunhalas és környéke termálvizekben rendkívül gazdag, a környéken több termálvizes fürdő is található, így megvalósítható lenne. Turisztikai szempontból előnyös is lenne, ugyanis ebben az esetben a tó vize felmelegedne, és átalakulna a kémiai összetétele is. Azonban a tó természetessége teljesen megszűnne, átalakulna. A kémiai összetétel és a vízhőmérséklet változása következtében a jelenlegi vízi fajok teljesen eltűnnének, átalakulnának, helyüket pedig vélhetőleg invazív fajok vennék át, ami kihatna a tápláléklánc többi résztvevőjére is.

További lehetőség az lenne, hogy az hiányzó vízmennyiséget mélyfúrású kutakból pótolnák. Ez a megoldás meg is valósult, ugyanis 1984-től két ilyen kút is működött a tó ÉK-i partján. Ennek a megoldásnak több előnye is volt. Megbízhatósága és gyorsasága mellett viszonylag olcsó volt, ugyanis az egyszeri kialakítás után csak a szivattyúk működését és az esetleges szervizelést kellett fedezni. Jogi szabályozás végett rendelet tiltja a felszín alatti vízkészlet ilyen irányú felhasználását, így ez a lehetőség nem kivitelezhető.

A 3. táblázatunk utolsó része tartalmazza a talán legesélyesebb megoldást. Ez alapján a város határában, a Fejetéki-mocsártól északra létesítenének egy mesterséges elszívárogató tavat, melyet vagy egy tervezett záportározóból, vagy a Dongéri-főcsatornából töltenek fel. Ebből a víz beszívárogna a talajba, megemelve ezzel a környék talajvíz-

szintjét. Az összes közül ez lenne a leginkább természetközeli megoldás, emellett pedig másik nagy előnye, hogy nem csak a Sós-tó vízszintjére lenne hatással, hanem a távolabbi környékre is, ugyanis a talajvíz áralmása ezen a területen É-ÉNy–D-DK irányú. Ennek a megoldásnak lenne véleményünk szerint a legkevesebb káros hatása a természetre. Fő hátrány az lenne, hogy az alacsonyabban fekvő szántók egy része lehet, időszakosan víz alá kerülne, azonban ezeket továbbiakban legelőként is lehetne hasznosítani, viszont a meglévő, többségében kiszáradó gyepek ismét jobb vízellátásúak lennének (<http://>). Ezekre a kérdésekre azonban további részletes kutatások és körültekintően végzett modellezés adhat megnyugtató választ.



16. ábra Vízutánpótlási elképzelések (Forrás: Googlemaps)  
Figure 16. Possible solutions for water supply (Source: Googlemaps)

A 2010-es csapadékos évnek köszönhetően a Sós-tó vízszintje emelkedett, olyan részein is található benne víz, ahol régóta nem volt. Átmenetileg így megoldódott a kiszáradás problémája, azonban, ha a következő évek ismét szárazabbak lesznek, szükség lesz valamelyik meglévő, vagy egy újonnan kialakított vízutánpótlási terv kivitelezésére. Az ismertetett vízutánpótlási elképzelések kidolgozására 2009-ben került sor, végrehajtásukról azonban akkor nem született döntés. A szikes tavak természetes velejárója azok időszakonként történő kiszáradása. Természetvédelmi szempontból kizárólag azon vízutánpótlások indokoltak, amelyek az antropogén hatásra történő kiszáradást akadályozzák meg, vagy valamilyen természeti érték megszűnésének szabnak így gátat.

#### Köszönetnyilvánítás

Köszönetet szeretnénk mondani Szalai József Úrnak, a VITUKI (Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutatóintézet Nonprofit Közhasznú Kft.) munkatársának, aki értékes szakmai információkkal és tanácsokkal segítette munkánk előrehaladását. Segítsége nélkül ez a cikk nem született volna meg.

## Irodalom

- ALIPOUR, S. 2006: Hydrogeochemistry of seasonal variation of Urmia Salt Lake, Iran. *Saline Systems*, 2: 9.
- AMOROS, C., ROUX, A. L., REGROBELLET, J. L., BRAVARD, J. P., PAUTOU, G. 1987: A method for applied ecological studies of fluvial hydrosystems. *Regulated Rivers*, 1: 17–36.
- BARCZI, A., GOLYEVA, A. A., PETŐ, Á. 2009: Palaeoenvironmental reconstruction of Hungarian kurgans on the basis of the examination of palaeosoils and phytolith analysis. *Quaternary International*, 193: 49–60.
- BARCZI A., SÜMEGI P., JOÓ K. 2003: Adatok a Hortobágy paleoökológiai rekonstrukciójához a Csípő-halom talajtani és malakológiai vizsgálata alapján. *Földtani Közlöny*, 131: 421–431.
- BODNÁR L., FODOR I., LEHMANN A. 1999: A természet- és környezetvédelem földrajzi vonatkozásai Magyarországon. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 118–126. p.
- BOULTON, A. J. 1993: Stream ecology and surface-hyporheic hydrologic exchange: implications, techniques and limitations. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 44: 553–564.
- BOULTON, A. J., HUMPHREYS, W. F., EBERHARD, S. M. 2003: Imperiled subsurface waters in Australia: biodiversity, threatening processes and conservation. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 6(1): 41–54.
- BROCK, M. A., NIELSEN, D. L., CROSSLÉ, K. 2005: Changes in biotic communities developing from freshwater wetland sediments under experimental salinity and water regimes. *Freshwater Biology*, 50(8): 1376–1390.
- BRUNKE, M., GONSER, T. 1997: The ecological significance of exchange processes between rivers and groundwater. *Freshwater Biology*, 37: 1–33.
- CAMPOS, H., SOTO, D., PARRA, O., STEFFEN, W., AGUERO, G. 1996: Limnological studies of Amarga Lagoon, Chile: A saline lake in Patagonian South America. *International Journal of Salt Lake Research*, 4(4): 301–314.
- CREUZÉ DES CHÂTELLIERS, M., REYGROBELLET, J. L. 1990: Interactions between geomorphological processes, benthic and hyporheic communities: first results on a bypassed canal of the French upper Rhone River. *Regulated Rivers*, 5: 139–158.
- DUHAY G. (szerk.) 2006: Ökoturizmus a védett természeti területeken. Budapest, KvVM, Természetvédelmi Hivatal, 231., 250. p.
- FINDLAY, S. 1995: Importance of surface-subsurface exchange in stream ecosystems: the hyporheic zone. *Limnology and Oceanography*, 40: 159–164.
- HORVÁTH B. 2010: Egy ökológiai Bomba, Miért van szükség a Duna-Tisza csatornára? In: Polgári Szemle 6. évf. 4. sz.
- HOYK E. 1994: A szárazodás hatása a vegetáció alakulására homokhátsági szikes tavak példáján. In: A Nagyalföld Alapítvány kötetei 3: 293–303 p.
- KELEMEN E. 2008: Természetvédelem, gazdálkodás és jövőbeli kilátások a Duna-Tisza közti Homokhátságon. Esettanulmány a „Természetvédelmi területek ökonómiaja” c. tárgyhöz. SZIE KTI, kézirat 1–7 p.
- KOVÁCS F. 2006: Tájváltozások értékelése geoinformatikai módszerekkel a Duna-Tisza közén különös tekintettel a szárazodás problémájára. Szegedi Tudományegyetem Természettudományi Kar, Doktori (PhD) értekezés. Szeged
- KOVÁCS F. 2010: Tájváltozás és klímaváltozás a Duna-Tisza között Természet Világa. Természettudományi Közönlöny, 141: 207–210.
- MAROSI S., SOMOGYI S. (szerk.) 1990: Magyarország kistájainak katasztere II. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest, 67–91 p.
- PÉCSI M. (szerk.) 1967: A dunai Alföld, Magyarország Tájélföldrajza, I. kötet. Akadémia Kiadó, Budapest, 57–63, 214–243 p.
- PETR, T. 1992: Lake Balkhas, Kazakhstan. *International Journal of Salt Lake Research*, 1: 21–46.
- PIENITZ, R., SMOL, J. P., LAST, W. M., LEAVITT, P. R., CUMMING, B. F. 2000: Multi-proxy Holocene palaeoclimatic record from a saline lake in the Canadian Subarctic. *The Holocene*, 10: 673–686.
- PIENITZ, R., WALKER, I. R., ZEEB, B. A., SMOL, J. P., LEAVITT, P. R. 1992: Biomonitoring past salinity changes in an athalassic subarctic lake. *International Journal of Salt Lake Research*, 1: 91–123.
- RAKONCZAI J., LADÁNYI Zs. 2010: A sejtethő klímaváltozás a Duna-Tisza közötti Homokhátságon In: Forrás: Szépirodalmi, szociográfiai, művészeti folyóirat, 42: 140–152 p.
- RAKONCZAY Z. 1987: Kiskunságtól a Sárrétig: A Dél-Alföld természeti értékei. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 35–41. p.
- SEREDA, J., BOGARD, M., HUDSON, J., HELPS, D., DESSOUKI, T. 2011: Climate warming and the onset of salinization: Rapid changes in the limnology of two northern plains lakes. *Limnologica - Ecology and Management of Inland Waters*, 41: 1–9.

- VÖLGYESI I. 2006: A Homokhátság felszínalatti vízháztartása. Vízpótlási és vízvisszatartási lehetősége. Hidrológiai Társaság XXIV. Országos Vándorgyűlés Kiadványa. Pécs
- WANG, R. L., BRASSELL, S. C., SCARPITTA, S. C., ZHENG, M. P., ZHANG, S. C., HAYDEA, P. R., MUENCH, L. M. 2004: Steroids in sediments from Zabuye Salt Lake, western Tibet: diagenetic, ecological or climatic signals? *Organic Geochemistry* 35: 157–168.
- WILLIAMS, W. D., CARRICK, T. R., BAYLY, I. A. E., GREEN J., HERBST, D. B. 1995: Invertebrates in salt lakes of the Bolivian Altiplano. *International Journal of Salt Lake Research*, 4: 65–77.

http1: [http://www.halasmedia.hu/alap.php?inc=musor&menu\\_id=75&almenu\\_id=7](http://www.halasmedia.hu/alap.php?inc=musor&menu_id=75&almenu_id=7)

## HYDROLOGICAL PROBLEMS OF SALTY LAKES AROUND KISKUNHALAS, REASONS AND POSSIBLE SOLUTIONS OF PROVIDING WATER SUPPLY OF THE SÓS-TÓ

T. BAICS, CS. CENTERI

SIU, Institute of Environment and Landscape Management,  
Dept. of Nature Conservation and Landscape Ecology  
H-2103 Gödöllő, Páter K. u. 1., e-mail: baicst@gmail.com, centeri.csaba@gmail.com

**Keywords:** soil water, precipitation, Homokhátság, salty lakes, water level decrease, water supply

The surrounding of Kiskunhalas as the other parts of the Homokhátság area is continuously getting drier. As a consequence, some habitats like shallow salty lakes got into danger. During our research data series of numerous rainfall gauge and soil water wells were analyzed and figures show the rate of their decrease. Our examination was made from landscape ecological point of view and not a complex water balance study. The drying of the Homokhátság has been under hydrological examination for a long time. In the present article a selected site is examined from the point of view of changing precipitation and water table level since these are the two major sources of water supply of shallow salty lakes thus the analyses of the reason of change is important. Finally possible solution for water supply is analysed at the Sós-tó of Kiskunhalas.

